



**HAL**  
open science

## Calcul du débit utile en fonction de la distance dans Google Nearby Connections

Clément Bertier, Farid Benbadis, Marcelo Dias de Amorim, Vania Conan

► **To cite this version:**

Clément Bertier, Farid Benbadis, Marcelo Dias de Amorim, Vania Conan. Calcul du débit utile en fonction de la distance dans Google Nearby Connections. CORES2020, Sep 2020, Lyon, France. hal-02785317

**HAL Id: hal-02785317**

**<https://hal.science/hal-02785317v1>**

Submitted on 4 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Calcul du débit utile en fonction de la distance dans Google Nearby Connections

C. Bertier<sup>1,2</sup>, F. Benbadis<sup>2</sup>, M. Dias de Amorim<sup>1</sup> et V. Conan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sorbonne Université, CNRS, Laboratoire d'Informatique de Paris 6, LIP6, F-75005 Paris, France

<sup>2</sup>Thales SIX GTS, Gennevilliers, France

---

Les communications directes entre terminaux mobiles, c'est-à-dire sans infrastructure, font l'objet d'études et recherches depuis plusieurs décennies. Une pléthore de protocoles basés sur ces technologies ont été proposés et leur faisabilité évaluée. Cependant, à notre connaissance, toutes les évaluations se basent sur des scénarios où les liens sans fil ont un débit fixe : nul s'il n'y a pas de contact entre deux nœuds et un débit déterminé à l'avance lorsqu'une connectivité est possible. Or, nous savons que les capacités des liens sans fil dépendent de beaucoup de facteurs, l'un d'eux étant la distance entre les nœuds. Dans cet article, nous proposons une caractérisation empirique des technologies D2D haut débit disponibles sur Android, via l'API *Google Nearby Connections*, en fonction de la distance. Nous avons développé une application mobile utilisant ces technologies pour quantifier la capacité des liens D2D. Grâce à ces mesures, nous proposons un modèle permettant d'établir la limite supérieure de débit utile atteignable par rapport à la distance entre deux appareils Android. Ce travail propose une approche réaliste sur les opportunités d'échange durant un contact, en caractérisant les liens via leur capacité de débit utile pour, à terme, déterminer la faisabilité des applications souhaitées.

**Mots-clefs :** D2D, Nearby, Android

---

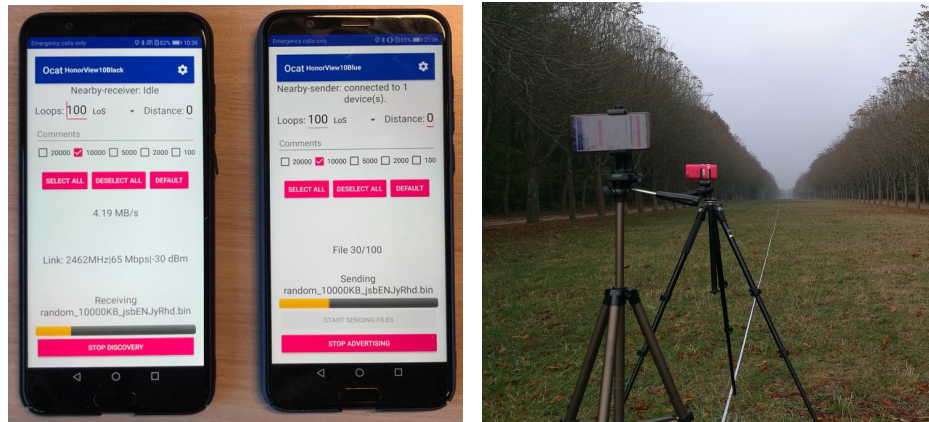
## 1 Introduction

L'utilité des communications directes (device-to-device ou D2D) est évidente dans beaucoup de cas concrets comme le délestage de trafic cellulaire ou plus généralement dans les réseaux tolérants au délai. Néanmoins, rien ne garantit que la qualité du lien entre les appareils permet de supporter le débit nécessaire à l'application que l'on souhaite utiliser. Malgré le fait que la littérature dans ce domaine regorge de travaux analytiques et théoriques très complets, ces derniers omettent généralement le fait que la communication se dégrade en fonction de la distance. Les travaux expérimentaux font souvent abstraction de cela, en supposant par exemple que la communication se fait uniquement à très courte distance dans un environnement de laboratoire [KLC<sup>+</sup>12].

Nous sommes surpris de voir qu'il est difficile de trouver des réponses à des questions basiques liées à cette qualité de lien direct dans la littérature, à savoir *quel est le débit que l'on peut espérer entre deux appareils séparés d'une distance de 25 mètres* ou encore *jusqu'à quelle distance est-ce que deux appareils mobiles contemporains peuvent-ils communiquer*? Répondre à ces questions est critique si l'on souhaite estimer correctement les opportunités d'échanges dans un réseau de contacts.

Pour répondre à ces questions, nous avons développé une application mobile utilisant une API D2D fournie dans Android et nous l'avons utilisée pour effectuer des expériences dont le but est d'établir empiriquement la borne supérieure du débit utile en fonction de la distance entre deux appareils mobiles équipés du système Android. Parmi les mesures que nous avons relevées, nous présentons ici celles relatives au débit utile et à la puissance de signal reçu (RSSI).

Ce travail a pour objectif de pouvoir caractériser les communications directes à travers une quantité de données échangeables sur un contact. Grâce à cette nouvelle caractérisation, nous espérons rendre possible l'étude de faisabilité d'applications mobiles basées sur les communications directes.



(a) Interface de l'application mobile utilisée pour les mesures. (b) Procédure expérimentale : les deux trépieds sont progressivement éloignés l'un de l'autre. La distance est mesurée grâce au mètre ruban (trait blanc au sol).

FIGURE 1: Illustrations montrant la procédure expérimentale.

## 2 Procédure expérimentale

### 2.1 Communications directes dans Android

Il existe deux API D2D supportées dans Android. La première, nommée WiFiP2P [MGRC17], est l'implémentation du standard Wifi-Direct de l'alliance Wifi et utilise la technologie Wifi pour ses communications. La deuxième API est Nearby Connections [ATR19], une bibliothèque propriétaire de Google. La particularité de cette bibliothèque est sa capacité à abstraire les complexités liées au réseau pour que les développeurs puissent se concentrer sur les fonctionnalités de leurs applications mobile. Le principe de connexion dans Nearby est le suivant : le Bluetooth Low Energy [NSI<sup>+</sup>] est utilisé pour détecter les téléphones environnants, une connexion Bluetooth est établie pour entamer le transfert de données et enfin, les appareils tentent d'établir une connexion Wifi.

À cause de la façon dont Android et ces API sont conçus, nous n'avons pas accès au débit (la vitesse d'échange de données entre les deux terminaux) mais seulement au débit utile qui est remonté au niveau applicatif. Néanmoins, dans le cas de Nearby, il est possible d'obtenir des informations supplémentaires sur le lien direct, à savoir le RSSI (i.e., la puissance mesurée du signal reçu, en dBm), la vitesse du lien (en Mbit/s) ainsi que la fréquence utilisée (en MHz).

Une différence importante entre les deux API proposées réside dans le fait que Nearby peut être utilisée de façon complètement transparente pour l'utilisateur et ne nécessite pas son intervention pour fonctionner. De ce fait, Nearby est plus adaptée pour des applications D2D opportunistes. Pour ces raisons, et bien que l'application que nous avons développée peut utiliser les deux API, nous n'effectuons que des mesures avec Nearby dans cette étude. Cependant, puisque toutes les informations concernant le protocole de transport utilisé, les retransmissions TCP, le contrôle de flot et de congestion ne sont pas disponibles, nous ne pouvons étudier leur impact sur les performances du lien établi.

### 2.2 Procédure expérimentale

Dans le but d'établir la borne supérieure empirique des vitesses de communications directes, nous avons conduit une campagne de mesures. L'expérience a été menée dans un environnement rural pour deux raisons : (i) réduire les interférences d'autres équipements Wifi et Bluetooth très répandus en milieu urbain et (ii) avoir des conditions de test électromagnétiques stables.

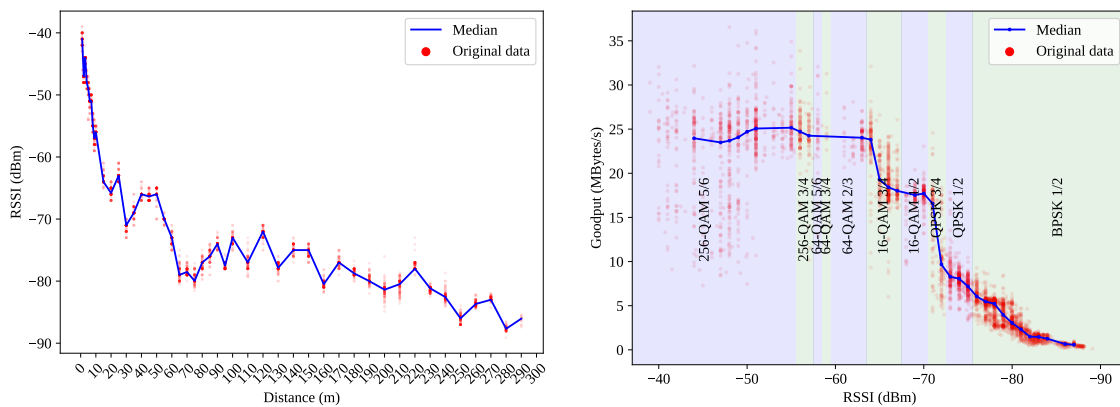
Nous avons conçu une application mobile nommée Ocat [oca], dont l'interface est présentée sur la figure 1a, capable de mesurer le débit utile. Nous avons utilisé deux téléphones OnePlus 5T qui ont été posés sur des trépieds, à une hauteur de 1,30m du sol, et initialement placés à 1 mètre l'un de l'autre. La figure 1b

## Calcul du débit utile en fonction de la distance dans Google Nearby Connections

illustre l'expérience. Après avoir établi une connexion directe via Nearby, un des deux téléphones envoie 100 fichiers (générés aléatoirement et d'une taille de 10 Mo chacun) à l'autre téléphone. Une fois la totalité des fichiers envoyés, nous augmentons la distance entre les téléphones et recommençons l'envoi. La distance est augmentée et la procédure répétée tant que les téléphones sont capables d'établir une connexion.

### 3 Résultats expérimentaux

#### 3.1 RSSI et débit utile



(a) RSSI mesuré en fonction de la distance entre les deux téléphones. (b) Débit mesuré en fonction du RSSI moyen lors du transfert du fichier.

FIGURE 2: Mesures empiriques liées au RSSI, obtenus grâce à notre procédure expérimentale.

La figure 2a représente les mesures du RSSI par rapport à la distance. Nous voyons que la puissance du signal reçu décroît de manière monotone de 1 à 20 mètres. Ensuite, entre 30 et 50 mètres, nous observons une nette augmentation du signal, suivie d'une baisse abrupte à 60 mètres. Ce comportement contre-intuitif est dû à la réflexion du signal sur le sol, créant ainsi une copie du signal qui va devenir une interférence constructive ou destructive [SJD12].

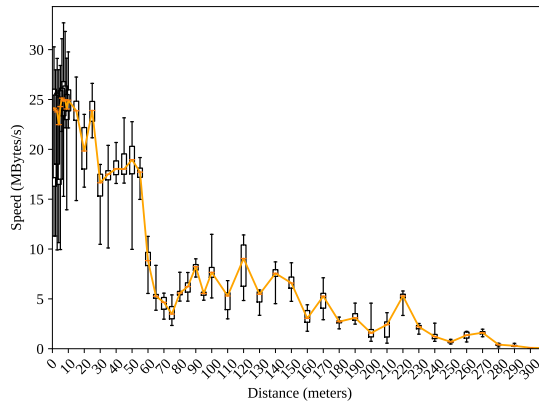
Dans la figure 2b, nous explorons la relation entre le RSSI et le débit utile mesuré (ligne bleue). Nous montrons également sur cette même figure les modulations utilisées par chaque plage de RSSI, tirées du standard Wifi 5 (802.11-ac). Nous pouvons observer que la valeur du RSSI et le débit utile sont étroitement corrélés.

#### 3.2 Débit utile en fonction de la distance

Nous présentons les résultats des mesures de débit utile en fonction de la distance dans la figure 3. La première observation importante que nous pouvons faire concerne la possibilité d'établir une communication directe, avec des terminaux mobiles, jusqu'à une distance de 310 mètres. En regardant la variation du débit en fonction de la distance, nous voyons que de 1 à 20 mètres, le débit médian est d'environ 24 Mo/s, mais présente une grande dispersion allant de 10 à 33 Mo/s. Après une chute à 30 mètres, nous pouvons voir une augmentation du débit lorsque la distance entre les deux téléphones est de 30 à 50 mètres. Cette augmentation, suivie par une chute abrupte du débit à 55-60 mètres, correspond aux interférences constructives/destructives induites par la réflexion du signal et mentionnées dans la section 3.1. Ce phénomène permet aux téléphones de maintenir un débit de 13 à 17 Mo/s lorsque la distance varie de 30 à 50 mètres.

De 80 à 280 mètres, le débit croît et décroît alternativement. Ce comportement en dents de scie est dû au fait qu'à une telle distance, n'importe quel obstacle a un impact sur la puissance du signal reçu.

## 4 Conclusion & Travaux Futurs



(a)

FIGURE 3: Mesures empiriques du débit en fonction de la distance.

bibliothèque Python [opp], mise à disposition de la communauté, dont le but est de transformer les traces de mobilité en capacité de contact opportuniste.

## Références

- [ATR19] Daniele Antonioli, Nils Ole Tippenhauer, and Kasper Rasmussen. Nearby threats : Reversing, analyzing, and attacking google’s nearby connections on android. In *Network and Distributed System Security Symposium (NDSS)*, February 2019.
- [KLC<sup>+</sup>12] Lorenzo Keller, Anh Le, Blerim Cici, Hulya Seferoglu, Christina Fragouli, and Athina Markopoulou. MicroCast : Cooperative Video Streaming on Smartphones. In *Proceedings of the 10th international conference on Mobile systems, applications, and services - MobiSys '12*, volume 68, page 57, New York, New York, USA, jul 2012. ACM Press.
- [MGRC17] Lakhdar Meftah, Maria Gomez, Romain Rouvoy, and Isabelle Chrisment. AndroFleet : Testing WiFi Peer-to-Peer Mobile Apps in the Large. In *ASE 2017 - 32nd IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering*, ASE 2017 - The 32nd IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering - Tool demonstration, Urbana-Champaign, Illinois, United States, October 2017.
- [NSI<sup>+</sup>] Johanna Nieminen, Teemu Savolainen, Markus Isomaki, Basavaraj Patil, Zach Shelby, and Carles Gomez. IPv6 over BLUETOOTH(R) Low Energy. Internet-Draft draft-ietf-6lo-btle-15, Internet Engineering Task Force. Work in Progress.
- [oca] <https://github.com/Bertier/Ocat> .
- [opp] <https://github.com/Bertier/OpportunistiKapacity> .
- [SJD12] Christoph Sommer, Stefan Joerer, and Falko Dressler. On the applicability of Two-Ray path loss models for vehicular network simulation. In *2012 IEEE Vehicular Networking Conference (VNC)*, pages 64–69. IEEE, nov 2012.

Dans cet article, nous avons exploré l’état actuel des communications D2D dans les appareils Android. À cette fin, nous avons d’abord conçu et mis en œuvre Ocat, une application Android qui nous a permis de mesurer le débit utile des communications D2D via Google Nearby. En conséquence, nous avons pu voir comment évolue la puissance du signal reçu et le débit en fonction de la distance entre deux téléphones.

Nous avons montré que l’API Nearby permet d’obtenir un débit d’environ 25 Mo/s jusqu’à une distance de 20 mètres. Parmi les observations importantes, nous notons que la réflexion au sol a un impact significatif sur les performances. L’impact est positif sur des distances moyennes (entre 30 et 50 mètres) avec un débit autour des 15 Mo/s. Aussi, nous avons été surpris de constater que les téléphones mobiles étaient capables d’établir des communications même lorsque la distance entre les deux atteignait 300 mètres.

Ces résultats nous ont permis de concevoir une